

凸显清洁能源特色的应用化学专业综合化学实验课程改革与实践

席艳杰, 马琳*, 袁怡昊, 江瑞婷, 梁秋洁, 王静

岭南师范学院化学化工学院, 广东 湛江

收稿日期: 2026年7月9日; 录用日期: 2026年9月10日; 发布日期: 2026年9月18日

摘要

以成果导向教育(OBE)理念为指导, 立足区域资源优势及新能源产业发展需求, 通过改革课程内容、改进教学模式以及改变考核评价方式, 融入服务地方、科技兴国、绿色化学等思政元素, 构建了以清洁能源为特色的应用化学专业综合化学实验课程教学新体系, 有效提升了学生的综合实验能力、创新实践能力, 为培养服务于地区及清洁能源产业发展的应用型创新人才提供了新路径。

关键词

OBE理念, 应用化学, 清洁能源, 综合化学实验

Reform and Practice of Comprehensive Chemistry Experiment Course for Applied Chemistry Major with Distinctive Clean Energy Characteristics

Yanjie Xi, Lin Ma*, Yihao Yuan, Ruiting Jiang, Qiujie Liang, Jing Wang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: July 9, 2026; accepted: September 10, 2026; published: September 18, 2026

Abstract

Guided by the Outcome-Based Education (OBE) philosophy, based on the regional resource

*通讯作者。

文章引用: 席艳杰, 马琳, 袁怡昊, 江瑞婷, 梁秋洁, 王静. 凸显清洁能源特色的应用化学专业综合化学实验课程改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(9): 469-474. DOI: 10.12677/ces.2026.149710

advantages and the development demands of the new energy industry, a new teaching system for the comprehensive chemistry experiment course of the applied chemistry major with clean energy as its characteristic has been constructed by reforming the course content, improving the teaching mode and changing the assessment and evaluation methods, while integrating ideological and political elements such as serving the local area, green chemistry, building a powerful nation through science and technology. It effectively enhances students' comprehensive experimental ability and innovative practical ability, providing a new path for cultivating applied innovative talents serving the regional and clean energy industry development.

Keywords

OBE Concept, Applied Chemistry, Clean Energy, Comprehensive Chemical Experiment

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“人才是第一资源，创新是第一动力”，必须“全面提高人才自主培养质量，着力造就拔尖创新人才”。高等院校作为人才培养的重要机构，在人才自主培养中发挥了重要作用[1]。岭南师范学院作为一所“地方性、应用型”为办学定位的公办本科高校，承担着为当地乃至全国各地输送一线复合应用型人才的重要任务。我校应用化学专业于2009年设立，并于2020年成为省级特色专业，2022年成为省级一流专业。根据《教育部 发展改革委 财政部关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》¹等文件，在当前新形势下，为进一步加强专业建设，应用化学专业要着力培养服务于地方经济和社会发展的应用型化学类人才。

OBE (Outcome-Based Education), 即成果导向教育, 是美国教育家 Spady 于 1981 年提出的教育理念, 其核心在于教育目标的明确性与可达性, 强调一切的教学设计与实施均应围绕学生最终应达成的学习成果来展开[2]。学习成果是学生在完成该课程的学习后应具备的知识、能力和素质, 应与应用型本科高校的人才培养目标和社会需求相一致[3]。

在碳达峰、碳中和的背景下, 广东省在“十四五”和“十五五”发展规划中都提出, 要大力发展清洁能源。湛江作为粤西沿海城市, 拥有丰富的风能、太阳能、生物质能等清洁能源资源, 近年来大力发展海上风电、核电、光伏等新能源产业, 已形成涵盖风电装备制造、储能系统集成等环节的产业链。在该背景下, 对具备电化学储能、离子电池、氢能等清洁能源专业背景的应用化学类人才需求与日俱增。

综合化学实验是我校应用化学专业大三下学期开设的一门必修实验课程, 共 48 学时。课程旨在通过清洁能源、新材料、精细化工等方向相关的综合性实验, 培养学生分析、解决问题的综合能力, 以及对所学化学知识的应用能力, 进而为应用化学专业人才培养目标的达成提供支撑。该课程是在学生已积累了一定理论与操作的基础上, 帮助学生进一步强化专业能力, 提升综合与创新能力的重要手段。然而, 课程特色不鲜明, 实验内容相对陈旧、实验方法和仪器老旧, 与当前社会对于人才的需求脱钩, 导致学生的能力结构与市场需求不匹配, 也难以满足企业和社会对创新实践型人才的需求[4]。

在该背景下, 基于 OBE 理念, 遵循反向设计、以学生为中心、持续改进三个关键原则, 通过不断创

¹https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5046077.htm

新教学理念、改革培养模式、改进教学方式，树立和提升学生的创新思维和创新能力，更好地服务于当前的新工科建设，对于培养创新创业型人才，满足我国社会经济发展的需要具有深远的指导意义[5]。

目前，已有不少在 OBE 理念指导下对实验课程进行改革的相关研究，如毕长富[6]等以 OBE 理念对专业综合实验课程教学进行了改革；孔亚琼[3]等在 OBE 理念下对精细化学品化学课程的教学模式和实践方式进行了改革。然而，在 OBE 指导下对综合化学实验课程进行具有清洁能源特色的针对性改革，尚未有相关研究。本研究旨在 OBE 理念的指导下，以应用化学专业综合化学实验为切入点，以培养高水平应用型人才为目标，对综合化学实验的课程内容、教学模式和教学考核评价方式进行探究式改革，建立具有清洁能源特色的实验教学培养模式，推动综合化学实验课程从“知识本位”向“能力本位”转型[3]。

2. 综合化学实验课程现状

目前，在课程内容、教学模式以及考核评价方式方面，综合化学实验与基础实验课程区别不大，依然侧重于加强学生对基础理论知识的理解和基本实验技能的掌握，不利于学生综合实验技能、创新能力及科研素养的培养，导致课程目标无法完全支撑毕业要求的达成。

2.1. 课程内容

综合化学实验课程内容较多为简单验证性实验，设计型和探究型实验占比很少。课程设置的实验中，学生按照既定实验设计流程，完成实验操作过程即可。实验过程无需创新与设计，无法真正培养学生的创新思维及灵活应用专业知识的能力。此外，课程特色不够鲜明，实验内容陈旧、实验仪器和方法老旧。

2.2. 教学模式

传统的教学模式主要侧重在“老师讲”及“学生听”。在该模式下，学生先听老师讲解，再按照讲解进行动手操作，整个过程多为被动学习，缺乏主动思考，教学环节枯燥且缺乏挑战性，没有给予学生充分的自由度，不利于激发学生的学习兴趣和创新能力，未能紧密围绕应用型人才所须具备的能力和素养进行精准定位，不利于创新应用型人才的培养。

2.3. 考核评价方式

目前综合化学实验课程考核评价方式较为单一，大多以学生的上课考勤和学生提交的实验报告为评分依据，忽视了中间的过程性评价，重结果而轻过程，缺少对学生的客观评价，对学生的整体性、综合能力考察不足，与成果导向的达成度评价方式不相符，难以实现教学质量的持续改进。

3. 基于 OBE 理念凸显清洁能源特色的课程教学改革

OBE 理念遵循的是反向设计原则，强调教育过程应按照“学生中心、产出导向、持续改进”。OBE 模式更关注学生的高阶能力，如创造性思维能力、分析和综合能力、策划和组织能力等[7]。在该宗旨下，通过优化教学方法、改进教学内容、调整教学考核评价方式等措施，实现课程教学的提质增效，确保学生所学的专业知识技能，能够支撑其就业与职业发展。

我校在清洁能源领域具有一定的研究基础，尤其在电化学储能、氢能技术、太阳能利用等方面形成了一些稳定的研究方向，建设有广东省清洁能源材料化学普通高校重点实验室和广东省清洁能源材料化学工程技术研究中心两个省级平台。以前期基础为依托，以清洁能源为特色，综合化学实验可倾向于培养掌握化学基础理论知识和技能，具备较强专业竞争能力、实践创新能力及终身学习能力，能够在清洁能源和新材料、精细化工等领域从事科学研究、材料开发等的应用型专业人才。

3.1. 课程内容

根据地区经济发展需求和人才培养目标,修订课程标准或教学大纲,更新实验课程内容,增加清洁能源生产和利用、材料设计和开发等立足于清洁能源科研前沿的探究型和设计型实验内容,同时融入先进的化学或材料合成方法、结构与性能表征技术和仪器分析方法,将清洁能源特色融入综合化学实验。

在课程设计时,增加 5~6 个具有清洁能源特色的实验,使探究型和设计型实验占比达到 50%以上,提高实验内容的新颖性及科学性。如:新型氮还原制氨电催化剂的设计、制备及催化性能评价;海水电解制氢催化剂的设计和催化性能评价;锂、钠离子电池电极材料的制备、器件组装与电化学性能评价;新型二氧化碳还原光催化剂的设计、改性及电催化性能等实验等。在综合化学实验课程 48 学时的教学计划中,可安排 10~12 个实验,其中基础练习型实验占比 30%,每个实验 8 个学时;综合设计型实验占比 30%,每个实验 20 个学时;研究探索型实验占比 40%,每个实验 20 个学时。每个学生根据自己的兴趣,在上述三种实验类型中各选一个实验来做,总共完成 3 个实验共计 48 学时。

3.2. 教学模式

改进教学模式,摒弃传统纯验证性的基础实验教学方法,增加具有设计性、探索性的教学环节,利用学校已有学习通等网络教学资源,积极推进线上 + 线下混合式教学新模式,充分利用线上教学,帮助学生高效利用“碎片化”时间进行学习[8]。

构建课前 - 课中 - 课后为主线的线上 + 线下混合式教学模式。课前,利用学习通,通过线上方式向学生推送预习内容和相关线上学习资源,实验要求和计划安排,实验室安全事项,实验所涉及的科技前沿和背景知识等,让学生在课前预习阶段有针对性地开展自主学习,掌握相关基础知识。在该环节中,可设置考核题目督促学生用心预习、避免课前预习形式化,也便于教师考查学生预习效果。课中,教师采用学习通直播方式进行授课,介绍实验原理、仪器结构和工作原理、学生通过手机学习通小程序进入班级学习,同时完成签到环节。线下通过现场讲解仪器操作规范,安排学生分组讨论、查阅文献和制订实验方案。由学生线上分组汇报实验方案,教师对实验方案提出修改意见和建议。在实验方案确定后,学生分组进行实验,教师起到监督和管理的作用,及时发现问题并引导学生自主解决。此外,将课程思政融入到实验教学中,将思想政治教育与专业教育结合起来,通过介绍清洁能源领域的现状和近些年的发展,以及与国际上其它国家的对比,让学生认识到国家在致力于保护生态环境,节约资源、可持续发展等领域做出的贡献,以科技发展促进人与地球和谐共生,充分发挥实验教学在立德树人中的作用,培养学生的职业道德规范、社会责任感。课后,要求学生通过文献搜索、阅读,结合文献和实验课程内容撰写实验报告,并对其评阅。还可增加报告展示环节,让学生以 PPT 方式线上汇报实验成果或总结,推动课程教学从传统的“知识单向传递”转向“知识、能力、素养的协同培养”,全面提高学生的综合能力[9]。

在该过程中,学生的科研水平和能力相对有限,可能会遇到各种问题。任课教师要鼓励学生积极思考,自主分析和解决遇到的问题,同时有针对性地进行引导,帮助学生找到解决问题的思路和方法,从而提升学生参与科研活动的获得感。在指导学生和解决具体问题的过程中,任课教师的创新实践能力也得以提升,实现教学相长,达到良性循环[1]。

3.3. 考核评价方式

课程考核评价是对学习目标达成的评测,也是提升教学效果和质量的重要支撑[10]。评价不只是为了给学生打分,更是深入了解学生的学习情况,从而有针对性地进行指导和改进。采用常态化课程全过程评价机制,构建多元化的教学评价体系并持续改进。根据应用化学综合实验课程目标,在整个教学过程

中设计了课前预习、文献调研、小组讨论、实验方案设计、思考题、课堂互动、团队合作、思政表现、实验操作、实验数据分析及报告、实验成果或总结等线上线下能体现成果产出的环节,用多样的过程化考核替代了单一的成绩考核,把考核和培养过程紧密结合起来,建立多元化的评价标准,促使教师与学生共同参与、完成教学活动。

3.4. OBE 理念课程改革反向设计思路

基于 OBE 理念,根据专业培养要求,改革培养目标和课程内容,改进教学活动,改善考核评价方式,基于 OBE 理念的反向设计思路如图 1 所示。

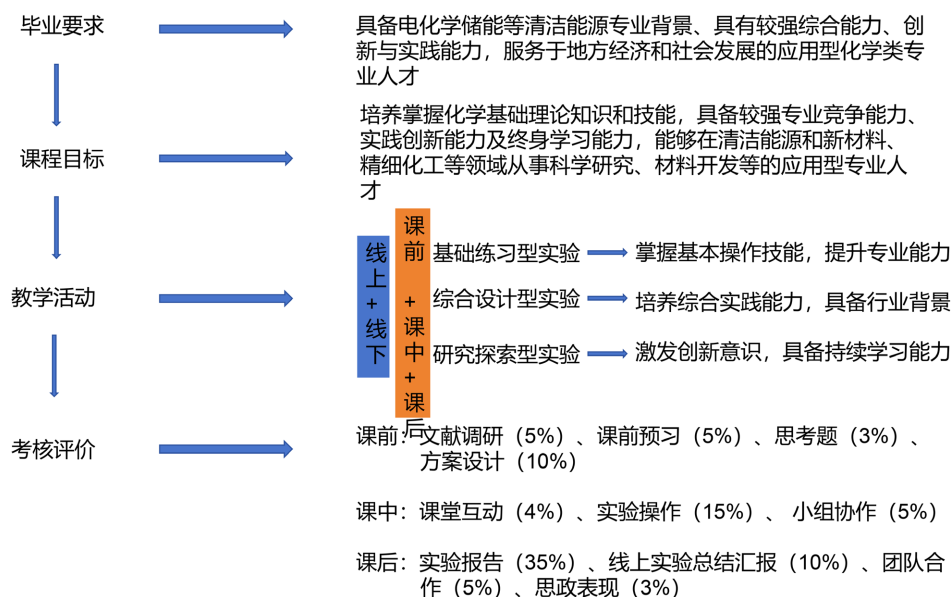


Figure 1. Backward design for the curriculum reform based on the OBE concept

图 1. 基于 OBE 理念的课程改革反向设计

4. 实施效果

随着 OBE 理念在课程中的不断尝试和实施,推动课程由以“教”为中心向以“学”为中心转变,更大幅度地激发了学生的学习积极性和主观能动性。学生在实验过程中通过参与实验的全流程,对锂、钠离子电池、海水电解制氢等清洁能源相关课题产生了浓厚兴趣,有些后续参与了相关课题的“挑战杯”、“全国大学生电化学测量技术竞赛”等省级或行业类竞赛,取得了不错成绩;部分同学参与了“攀登计划”、“大学生创新创业训练计划”等省级或国家级项目;还有多名学生在清洁能源相关课题方向做出成果,在 Inorganic Chemistry Communications、Journal of Alloys and Compounds、Ionics、Electrochimica Acta 等国际期刊上发表相关论文。部分学生毕业后在湛江、深圳、东莞、广州等地从事锂电池、光伏等新能源相关的工作,这些都是 OBE 模式下对综合化学实验进行具有清洁能源特色的创新改革和实践的成功案例。

5. 结束语

基于 OBE 理念,立足湛江区域资源优势及新能源产业需求,以清洁能源为特色,持续改进应用化学专业综合化学实验课程教学内容,重构教学体系,建立持续改进评价体系,实现从“知识灌输”向“能力产出”的转变。相信随着 OBE 理念推进下的综合化学实验课程的不断实施和改进,学生不再被动地接

受课堂任务,将完成学分作为唯一目标[11],自主学习能力会进一步提高,创新实践能力得到培养,综合能力得到提升,对培养符合区域、行业和社会发展的应用型综合人才具有现实意义。在今后的教学活动中,会根据应用化学专业相关行业发展趋势和专业人才需求情况,进一步深化产学研融合、引入数字化教学工具,不断提升符合社会发展需要的应用型综合人才培养质量。

基金项目

广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目(JG2025-XG-0603-015);岭南师范学院校级教育教学改革项目(LSJG2427);岭南师范学院校级教育教学改革项目(LSJG2528);广东省研究生教育创新计划项目(2026JGXM_135)。

参考文献

- [1] 吴祥,朱成峰,李芳,等.基于OBE理念的大学生创新实践能力的培养[J].大学化学,2024,39(2):280-285.
- [2] Spady, W.G. (1982) Outcome-Based Instructional Management: A Sociological Perspective. *Australian Journal of Education*, 26, 123-143. <https://doi.org/10.1177/000494418202600203>
- [3] 孔亚琼,曹多军,吴蓉,等.OBE理念下精细化学品化学课程混合式与任务驱动教学融合模式构建与实践[J].化学教育,2026,47(6):35-44.
- [4] 郭准,徐勋娟,张慧敏,等.基于OBE理念的应用化学专业科研反哺教育实践[C]//河南省民办教育协会.2025年高等教育教学研讨会论文集(下册).2025:25-26.
- [5] 胡蔓,赵云龙,栾晓娜,等.新工科背景下工程训练实践教学模式探索[J].实验技术与管理,2022,39(3):256-259.
- [6] 毕长富,周丽洪,刘根侨,等.OBE理念驱动的专业综合实验课程教学改革[J].农业工程,2026,16(1):176-179.
- [7] 王旃,张德华,郑太英,等.基于OBE和系统优化法的电子技术综合设计课程改革[J].实验室研究与探索,2024,43(2):193-197.
- [8] 周敏.基于OBE理念的数学物理方法课程教学改革研究[J].物理通报,2026(1):10-13.
- [9] 李琼,钟艳霞,李鑫益,等.基于OBE理念的高校“生物化学”教学改革探析[J].学周刊,2026,10(10):5-8.
- [10] 李福荣,韩俊芬,李洪爽.OBE理念下“药物化学实验”教学改革与探索[J].教育教学论坛,2026(3):149-152.
- [11] 罗玮,牛秋雅.OBE模式下的项目制工程训练创新探索[J].实验室研究与探索,2024,43(12):136-140.